

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Patentschrift  
10 DE 196 14 654 C 1

21 Aktenzeichen: 196 14 654.2-31  
22 Anmeldetag: 13. 4. 96  
43 Offenlegungstag: —  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 21. 8. 97

51 Int. Cl.®:  
H 04 L 1/08  
G 01 D 5/00  
G 05 B 9/02  
G 08 C 19/28  
H 03 M 13/00  
H 04 L 12/40

DE 196 14 654 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:

Leuze electronic GmbH + Co, 73277 Owen, DE

72 Erfinder:

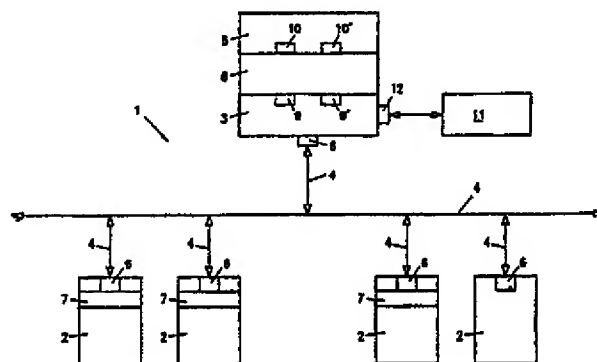
Keller, Reinhard, 73230 Kirchheim, DE; Stark, Klaus,  
73235 Weilheim, DE; Bauder, Frank, 72660 Beuren,  
DE; Müller, Bernhard, Dr., 71083 Herrenberg, DE

66 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

EP 49 607 B1  
DE-Z.: MÖLLER, K.: Offenes Buskonzept für  
Schalter, Sensoren, Aktoren. In: Elektro- nik, H.22,  
1992, S.82-87;

64 Sensor-Aktor-Bussystem

57 Die Erfindung betrifft eine Anordnung von mehreren Sensoren (2) und/oder Aktoren (2) mit jeweils einem Schnittstellenbaustein (6) zum bidirektionalen Austausch von Signalen über Busleitungen (4) mit einer Steuereinheit (3) und einer daran angeschlossenen Auswerteeinheit (5). Die Steuereinheit (3) fragt die angeschlossenen Sensoren (2) und/oder Aktoren (2) zyklisch ab. Wenigstens ein Sensor (2) und/oder Aktor (2) weist eine dem Schnittstellenbaustein (6) vorgeschaltete erste Transformationseinheit (7) auf. Zwischen die Steuereinheit (3) und die Auswerteeinheit (5) ist eine zweite Transformationseinheit (8) geschaltet. In jeder Transformationseinheit (7, 8) wird das auszusendende Signal in eine Zahlenfolge umgesetzt, wobei jede Zahl einer Zahlenfolge in eindeutiger Weise dem Signal zugeordnet ist. Die Zahlen der Zahlenfolge werden periodisch nacheinander über die Busleitung (4) übertragen, wobei pro Zyklus jeweils eine Zahl übertragen wird. Jede in eine Transformationseinheit (7, 8) eingelesene Zahl einer Zahlenfolge wird in das dieser Zahlenfolge zugeordnete Signal umgesetzt.



DE 196 14 654 C 1

Die Erfindung betrifft ein Sensor-Aktor-Bussystem gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Ein derartiges Bussystem ist in "ASI — Das Aktuator-Sensor-Interface für die Automation", Werner Kriesel, Otto W. Madelung, Carl Hanser Verlag, 1994 beschrieben.

Bei diesem Bussystem können bis zu 31 Sensoren und/oder Aktoren über Busleitungen an eine zentrale Steuereinheit angeschlossen werden. Das Bussystem arbeitet nach dem Master-Slave-Prinzip. Die Steuereinheit fragt die angeschlossenen Sensoren und/oder Aktoren zyklisch ab, worauf die einzelnen Sensoren und/oder Aktoren Signale an die Steuereinheit übermitteln. Als Rückmeldung übersendet die Steuereinheit wiederum Signale an die einzelnen Sensoren und/oder Aktoren. Dabei wird jeder Sensor oder Aktor unter einer diesem zugewiesenen Adresse aufgerufen.

Die Sensoren, Aktoren sowie die Steuereinheit weisen jeweils Schnittstellenbausteine auf, über welche die Signale aus gesendet bzw. empfangen werden. Die über den Schnittstellenbaustein übertragenen Signale weisen eine Wortbreite von 4 bit auf. Von den Sensoren oder Aktoren werden überwiegend binäre Signale, welche die aktuellen Schaltzustände der Sensoren oder Aktoren darstellen, an die Steuereinheit gesendet.

Bei der Übertragung der Signale können vereinzelt Übertragungsfehler auftreten. Insbesondere kann es sich dabei um statische Übertragungsfehler handeln, bei welchen die Übertragung eines bestimmten Bits über mehrere Zyklen in gleicher Weise fehlerhaft ist. Wenn der Übertragungsfehler so gestaltet ist, daß dadurch kein unzulässiger Signalzustand auftritt, wird dieser Fehler durch die Rückmeldung der Steuereinheit an den betreffenden Sensor oder Aktor nicht aufgedeckt. Dies ist insbesondere dann problematisch, wenn die Sensoren und/oder Aktoren im Bereich des Personenschutzes eingesetzt werden sollen. Dort dürfen Fehlsignale nicht zu unkritischen Zuständen der Sensoren und/oder Aktoren bzw. der daran angeschlossenen Steuer- und Auswerteeinheit führen.

In der EP 0 049 607 B1 ist ein Übertragungskanal für die Übertragung von quasi-statischen Informationen beschrieben. Dieser Übertragungskanal wird insbesondere in Bahn-Signalanlagen zur Übertragung von Signalen, welche über eine lange Zeit unverändert bleiben eingesetzt. In derartigen Signalanlagen werden Signale übertragen. Dabei ist das Signal in Form einer bestimmten Bitfolge vorgegebener Länge kodiert. Wobei diese Bitfolge in einer vorgegebenen Taktrate wiederholt übertragen wird. Zur Kontrolle, ob eine fehlerfreie Übertragung erfolgt, wird bei jeder n-ten Übertragung, wobei für n vorzugsweise  $n = 3$  gewählt ist, jeweils das n-te Bit der Bitfolge invertiert. Die Wortbreite der Bitfolge beträgt vorzugsweise  $m = 6$ , so daß nach insgesamt  $n \cdot m = 18$  Übertragungszyklen jedes Bit der Bitfolge einmal verfälscht wurde. Danach wird die Verfälschung der Bitfolge periodisch wiederholt. Empfangsseitig wird jeweils registriert, ob die Verfälschung der einzelnen Bits tatsächlich empfangen wurde.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Übertragungssicherheit eines Bussystems der eingangs genannten Art zu erhöhen.

Zur Lösung dieser Aufgabe sind die Merkmale des Anspruchs 1 vorgesehen. Vorteilhafte Ausführungsformen und zweckmäßige Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Erfindungsgemäß weist wenigstens einer der Sensoren und/oder Aktoren eine dem Schnittstellenbaustein vorgeschaltete erste Transformationseinheit auf.

Zudem ist zwischen der Steuereinheit und der Auswerteeinheit eine zweite Transformationseinheit vorgesehen.

In jeder Transformationseinheit wird das auszusendende Signal in eine Zahlenfolge umgesetzt, wobei jede Zahl eine Zahlenfolge dem entsprechenden Signal in ein-eindeutiger Weise zugeordnet ist.

Die Zahlen der Zahlenfolge werden nacheinander über die Busleitung übertragen. Pro Zyklus wird jeweils eine Zahl übertragen. Sobald die gesamte Zahlenfolge übertragen ist wird wieder mit der ersten Zahl der Zahlenfolge die Übertragung fortgesetzt. Diese Übertragung wird fortlaufend wiederholt, so daß die Zahlenfolgen periodisch über die Busleitung ausgesendet werden.

Am anderen Ende der Busleitung wird in der anderen Transformationseinheit die eingelesene Zahl in das entsprechende Signal umgesetzt.

Somit erfolgt zwischen den Sensoren und/oder Aktoren, welche eine Transformationseinheit aufweisen und der Steuereinheit der bidirektionale Datenaustausch über den Transfer von Zahlenfolgen. Die Umsetzung von den Zahlenfolgen in die Signale oder umgekehrt erfolgt in den Transformationseinheiten.

Durch die Übertragung von Zahlenfolgen welche bestimmte Signale kodieren, wird eine beträchtliche Erhöhung der Übertragungssicherheit erzielt.

Da ein Signalwert in eine Folge mehrerer Zahlen umgesetzt wird, können statische Übertragungsfehler mit großer Sicherheit aufgedeckt werden. Wird beispielsweise bei der Übertragung eines binären Signalwerts über die Busleitung das letzte Bit eines über die Schnittstellenbausteine übertragenen Worts fehlerhaft übertragen, so würde dieser Fehler nicht aufgedeckt werden, wenn das Signal direkt übertragen würde. In diesem Fall würde beispielsweise anstelle des Signalwerts "low" der Signalwert "high" übertragen. Da beide Signalwerte plausible Sensor- oder Aktor-Schaltzustände darstellen, wird ein derartiger Fehler in der Steuereinheit nicht aufgedeckt.

Wird jedoch der Signalwert mit einer Zahlenfolge kodiert, so müssen in der Transformationseinheit genau die Zahlen dieser Zahlenfolge empfangen werden. Da sich die übertragenen Zahlen bei gleichbleibendem Signalwert fortlaufend ändern, wird durch den Wechsel der Zahlen der Wert des letzten Bits mit einer großen Wahrscheinlichkeit mehrfach geändert. Die Häufigkeit mit der diese Änderung erfolgt, kann durch Vorgabe einer bestimmten Zahlenfolge gewählt werden. Durch die fehlerhafte Übertragung des letzten Bits sind einige der empfangenen Zahlen der Zahlenfolge fehlerhaft, wodurch der Übertragungsfehler aufgedeckt wird und eine entsprechende Störmeldung ausgegeben werden kann.

Eine derartige Fehlererkennung ist nicht auf das letzte Bit eines Datenwortes beschränkt. Prinzipiell können Übertragungsfehler beliebiger Bits eines Datenwortes erkannt werden. Voraussetzung hierfür ist lediglich, daß die Zahlen der Zahlenfolge die gesamte Wortbreite abdecken. Besonders vorteilhaft ist es, wenn sich bei den unterschiedlichen Zahlen der Zahlenfolge möglichst viele Bits des Datenworts ändern, da auf diese Weise viele Bits pro Zyklus dynamisch getestet werden.

Eine derartige sichere Datentübertragung kann dann besonders vorteilhaft eingesetzt werden, wenn die an das Bussystem angeschlossenen Sensoren und/oder Ak-

toren Überwachungsfunktion bei Personenschutzsystemen erfüllen. Dabei weisen sämtliche derartige Sensoren und/oder Aktoren jeweils eine erste Transformationseinheit auf. Andere Sensoren und/oder Aktoren, welche ebenfalls an das Bussystem angeschlossen sind, jedoch nicht zum Personenschutz eingesetzt werden, benötigen keine Transformationseinheit. Die Signale dieser Sensoren und/oder Aktoren werden direkt in die Steuereinheit eingelesen. Die Unterscheidung, ob ein Sensor oder Aktor eine Transformationseinheit aufweist, erfolgt zweckmäßigerweise anhand der Adressen der Sensoren und/oder Aktoren in der Steuereinheit. Werden Signale von einem Sensor oder Aktor empfangen, welche keine Transformationseinheit aufweisen, so wird die zweite Transformationseinheit, welche der Steuereinheit nachgeschaltet ist, überbrückt. Dadurch werden die Signale direkt in die Auswerteeinheit eingelesen. Alternativ können die Signale anstelle der Auswerteeinheit einer an die Steuereinheit angeschlossenen Ein-/Ausgabeeinheit zugeführt werden.

Zur Erhöhung der Betriebssicherheit des Bussystems kann die Auswerteeinheit zweckmäßigerweise zweikanalig ausgebildet sein. In diesem Fall werden die Zahlenfolgen zweikanalig von der Steuereinheit in die zweite Transformationseinheit eingelesen, welche ebenfalls zweikanalig ausgebildet sein kann. Von dort werden die dekodierten Signale zweikanalig in die Auswerteeinheit eingelesen, wo ein Vergleich der Signale erfolgt. Dadurch wird die Fehlersicherheit weiter erhöht.

Auch wenn die zweite Transformationseinheit zweikanalig ausgebildet ist, erfolgt die Ausgabe der Zahlenfolgen an die Steuereinheit einkanalig. Dabei werden die ausgelesenen Zahlenfolgen in die Transformationseinheit rückgelesen und dort mit den ausgelesenen Zahlenfolgen verglichen.

Die Übertragung der Zahlenfolgen über die Busleitungen erfolgt in jedem Fall einkanalig. Zweckmäßigerweise erfolgt das Einlesen der Signale der Sensoren oder Aktoren in die erste Transformationseinheit einkanalig, welche ebenfalls einkanalig aufgebaut ist. Prinzipiell kann das Einlesen der Signale in die erste Transformationseinheit auch zweikanalig erfolgen. In diesem Fall erfolgt in der ersten Transformationseinheit ein Signalvergleich der beiden Kanäle und eine einkanalige Ausgabe von Zahlenfolgen an den nachgeordneten Schnittstellenbaustein.

Die Erfindung wird im nachstehenden anhand der Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 Ein Blockschaltbild des erfindungsgemäßen Bussystems,

Fig. 2 Schematische Darstellung der Datenübertragung zwischen der Steuereinheit und der zweiten Transformationseinheit.

In Fig. 1 ist der Aufbau eines Bussystems 1 für Sensoren 2 und Aktoren 2 dargestellt. Das Bussystem 1 arbeitet nach dem Master-Slave-Prinzip. Der Master ist von einer Steuereinheit 3 gebildet, welche die zentrale Steuerung des Bussystems 1 übernimmt. Die Steuereinheit 3 kann von einem Personalcomputer (PC), einer speicherprogrammierbaren (SPS) Steuerung oder dergleichen gebildet sein. An die Steuereinheit 3 können typischerweise bis zu 31 Slaves über Busleitungen 4 angeschlossen sein.

In einer Initialisierungsphase werden den Slaves vom Master Adressen zugewiesen. Während des Betriebs des Bussystems 1 werden die Slaves vom Master innerhalb einer vorgegebenen Zykluszeit zyklisch unter den zugewiesenen Adressen aufgerufen und abgefragt, wor-

auf die Slaves Signale an den Master senden. Der Empfang dieser Signale wird von der Steuereinheit 3 durch Rücksenden von Signalen an die Slaves quittiert. Die Zykluszeit beträgt typischerweise 5 ms.

An die Steuereinheit 3 ist eine Auswerteeinheit 5 angeschlossen, in welcher die von den Sensoren 2 und/oder Aktoren 2 eingelesenen Signale ausgewertet werden. Die Auswerteeinheit 5 kann vorteilhafterweise in der von einer SPS Steuerung oder einem Personalcomputer gebildeten Steuereinheit 3 integriert sein.

Die Busleitungen 4 sind an identisch ausgebildete Schnittstellenbausteine 6 angeschlossen, wobei die Sensoren 2, Aktoren 2 und die Steuereinheit 3 jeweils einen Schnittstellenbaustein 6 aufweisen. Über die Schnittstellenbausteine 6 werden die Signale in Form von 4 bit-breiten Datenworten übertragen.

Im vorliegenden Ausführungsbeispiel sind vier Sensoren 2 an die Steuereinheit 3 angeschlossen. Von den Sensoren 2 werden binäre Signale, welche die Schaltzustände der Sensoren 2 darstellen, an die Steuereinheit 3 gesendet. Die Sensoren 2 können beispielsweise von Lichtschranken gebildet sein. Von der Steuereinheit 3 werden als Rückmeldung an die Sensoren 2 ebenfalls binäre Signale gesendet. Drei der Sensoren 2 weisen eine dem Schnittstellenbaustein 6 vorgeschaltene erste Transformationseinheit 7 auf.

Zwischen der Steuereinheit 3 und der Auswerteeinheit 5 ist eine zweite Transformationseinheit 8 geschaltet. Die Transformationseinheiten 7, 8 können von einem Mikroprozessor oder einem PLD (Programmable Logic Device) gebildet sein.

Die von den Sensoren 2 erzeugten Signale werden beispielsweise über nicht dargestellte Transistorausgänge oder Relaisausgänge in die erste Transformationseinheit 7 eingelesen.

Zur Kopplung der Steuereinheit 3 mit der zweiten Transformationseinheit 8 sind bidirektionale Schnittstellen 9, 9' vorgesehen, welche zweckmäßigerweise jeweils von einem Dual-Port-RAM gebildet sind.

Zur Kopplung der Auswerteeinheit 5 mit der zweiten Transformationseinheit 8 sind bidirektionale Schnittstellen 10, 10' vorgesehen, welche ebenfalls jeweils von einem Dual-Port-RAM gebildet sind.

Bevor ein Signal über die Busleitungen 4 ausgesendet wird, wird dieses Signal in einer Transformationseinheit 7 oder 8 in eine Zahlenfolge umgewandelt. Die Zahlenfolge ist dem jeweiligen Signalwert in ein-eindeutiger Weise zugeordnet. Dies bedeutet, daß, wenn ein Signalwert in der Steuereinheit 3 oder in einem Sensor 2 mit bestimmten Zahlen einer Zahlenfolge kodiert wird, diese Zahlen nicht mehr für die Kodierung eines anderen Signalwerts verwendet werden. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel existieren nur zwei binäre Signalzustände, mit zwei unterschiedlichen Zahlenfolgen kodiert werden. Da die Schnittstellenbausteine 6 eine Wortbreite von 4 bit aufweisen, können Zahlen im Bereich von 0 bis 15 übertragen werden.

Die Wahl der Zahlenfolge erfolgt so, daß aufeinanderfolgende Zahlen einer Zahlenfolge zu Bitmustern führen, die sich in möglichst vielen Bits unterscheiden. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist das binäre Signal "low" durch die Zahlenfolge 0, 3, 6, 9, 13, 15 kodiert, während der Signalwert "high" durch die Zahlenfolge 1, 4, 5, 8, 11, 14 kodiert ist.

Die in der Transformationseinheit 7 generierten Zahlen einer Zahlenfolge werden in den Schnittstellenbaustein 6 eingelesen und über die Busleitungen 4 an die Steuereinheit 3 oder einen Sensor 2 mit einer Transfor-

mationseinheit 7 gesendet. Dabei werden die Zahlen einer Zahlenfolge periodisch nacheinander übertragen, wobei pro Zyklus jeweils eine Zahl übertragen wird. Die Periodendauer wird durch die Anzahl der Zahlen einer Zahlenfolge bestimmt. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel werden die Signalzustände "low" und "high" jeweils durch eine Zahlenfolge mit sechs Zahlen kodiert, jedoch können die Zahlenfolgen für unterschiedliche Signalzustände prinzipiell auch unterschiedliche Längen aufweisen.

In der Transformationseinheit 7 oder 8, in welche die Zahlenfolge eingelesen wird, werden die einzelnen Zahlen dekodiert, in dem die aktuelle Zahl dem entsprechenden Signalwert zugeordnet wird. Da zwischen jedem Signalwert und jeder Zahl einer Zahlenfolge eine ein-eindeutige Zuordnung besteht, kann der Signalwert bereits bei Einlesen einer einzelnen Zahl dekodiert werden. Das Einlesen der vollständigen Zahlenfolge ist hierfür nicht erforderlich. Somit kann der aktuelle Signalwert in jedem Zyklus aus der Zahlenfolge rekonstruiert werden, so daß Änderungen der Signalzustände innerhalb eines Zyklus erfaßt werden können.

Durch die Übertragung von sich fortlaufend ändernden Zahlenfolgen anstelle statischer Signalwerte kann die Übertragungssicherheit im Bussystem 1 erheblich gesteigert werden. Werden bei einer direkten Übertragung eines Signalwerts ein oder mehrere Bits fehlerhaft übertragen, so werden diese Fehler nicht erkannt, solange die verfälschten Signalwerte plausibel sind, d. h. solange sich der verfälschte Signalwert im Wertebereich der zulässigen Signalwerte befindet. Wird beispielsweise bei der Übertragung von binären Signalwerten das letzte Bit fehlerhaft übertragen, so wird anstelle des Signalwerts "low" der Signalwert "high" übertragen. Da beide Signalwerte plausibel sind, wird der Übertragungsfehler in der Steuereinheit 3 nicht erkannt.

Werden dagegen die Signalwerte in Form von sich fortlaufend ändernden Zahlenfolgen übertragen, so können die Übertragungsfehler mit einer hohen Wahrscheinlichkeit aufgedeckt werden.

Insbesondere über mehrere Zyklen bestehende statische Übertragungsfehler können durch die Übertragung von Zahlenfolgen erkannt werden. Durch den Übertragungsfehler werden einige der Zahlen fehlerhaft übertragen, wobei die einzelnen Zahlen durch den statischen Übertragungsfehler in unterschiedlicher Weise verfälscht werden. Somit wird die Zahlenfolge, welche den Signalwert kodiert, nicht mehr korrekt empfangen, wodurch der Übertragungsfehler aufgedeckt wird.

Im vorliegenden Beispiel werden die Signalzustände "low" und "high" durch die Zahlenfolgen 0, 3, 6, 9, 13, 15 und 1, 4, 5, 8, 11, 14 kodiert. Führt ein Übertragungsfehler beispielsweise dazu, daß anstelle des Zahlenwerts 3 der Zahlenwert 2 übertragen wird, so wird dieser Fehler unmittelbar aufgedeckt, da der Zahlenwert 2 keinen der vorliegenden Signalwerte kodiert und somit unzulässig ist.

Liegt beispielsweise ein statischer Übertragungsfehler vor, so daß im höchsten Bit des Datenworts fortlaufend eine Null übertragen wird, so kann dieser Übertragungsfehler ebenfalls aufgedeckt werden. In diesem Fall werden jeweils die letzten 3 Zahlen jeder Zahlenfolge falsch übertragen.

Liegt beispielsweise der Signalzustand "low" vor, so werden zunächst die Zahlenwerte 0, 3 und 6 korrekt übertragen. Danach wird jedoch aufgrund des Übertragungsfehlers anstelle des Zahlenwerts 9 der Zahlenwert 1 übertragen. Dies würde einem Signalwechsel von

"low" nach "high" entsprechen. Läge dieser Signalwechsel tatsächlich vor, so müßte darauf der Zahlenwert 4 übertragen werden. Tatsächlich wird jedoch der Zahlenwert 13 ausgesendet, welcher durch den Übertragungsfehler als Zahlenwert 5 übertragen wird. Somit konnte der Übertragungsfehler bereits nach zwei Zyklen aufgedeckt werden.

Allgemein ist die Wahrscheinlichkeit für die Fehleraufdeckung umso größer, je größer die Schaltfrequenz der Schaltzustände "low" und "high" im Vergleich zur Zykluszeit ist. Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Schaltfrequenz so gewählt ist, daß diese kleiner oder gleich der Wiederholfrequenz der einzelnen Zahlenfolgen ist. Dann ist gewährleistet, daß bei einem Schaltzustand eine komplette Zahlenfolge übertragen wird, wodurch die Übertragungssicherheit weiter verbessert wird.

In einer vorteilhaften Ausführungsform können sämtliche an die Steuereinheit 3 angeschlossenen Sensoren 2 und/oder Aktoren 2 eine erste Transformationseinheit 7 aufweisen. In diesem Fall werden sämtliche Signale in Form von Zahlenfolgen übertragen.

Im vorliegenden Ausführungsbeispiel weisen nur drei der angeschlossenen Sensoren 2 eine Transformationseinheit 7 auf. In diesem Fall wird in der Steuereinheit 3 die zweite Transformationseinheit 8 nur dann aktiviert, wenn Signale an Sensoren 2 mit einer Transformationseinheit 7 gesendet oder von diesen Sensoren 2 empfangen werden. Die Aktivierung erfolgt anhand der den Sensoren 2 zugewiesenen Adressen. Erfolgt ein Datenaustausch mit einem Sensor 2 ohne Transformationseinheit 7, so wird die zweite Transformationseinheit 8 nicht aktiviert und es erfolgt eine direkte Übertragung von Signalwerten. Diese Signalwerte können ebenso wie die Signalwerte der Sensoren 2, welche eine Transformationseinheit 7 aufweisen, in die Auswerteeinheit 5 zur Auswertung der Signale eingelesen werden. In diesem Fall wird die Transformationseinheit 8 überbrückt. Alternativ können die Signale des Sensors 2 ohne Transformationseinheit 7 beispielsweise zu Kontrollzwecken in eine an die Steuereinheit 3 angeschlossene Ein-/Ausgabeeinheit 11 eingelesen werden. Zum Anschluß dieser Ein-/Ausgabeeinheit 11 weist die Steuereinheit 3 eine weitere bidirektionale Schnittstelle 12 auf, welche vorzugsweise von einem Dual-Port-RAM gebildet ist.

Aufgrund der hohen Übertragungssicherheit ist das erfindungsgemäße Bussystem 1 insbesondere für Anwendungsfälle geeignet, bei welchen zumindest einige der angeschlossenen Sensoren 2 und/oder Aktoren 2 zu Überwachungszwecken im Bereich des Personenschutzes eingesetzt werden. Um die Sicherheitsanforderungen im Bereich des Personenschutzes zu erfüllen, weisen die einzelnen Sensoren 2 und/oder Aktoren 2 eine Auswerteelektronik zur Erkennung von Fehlern auf. Die Auswerteelektronik kann entweder einkanalig oder zweikanalig ausgebildet sein. In jedem Fall weisen derartige Sensoren 2 oder Aktoren 2 eine erste Transformationseinheit 7 auf.

Weist der Sensor 2 oder Aktor 2 eine einkanalige Auswerteelektronik auf, so wird das dort generierte Signal über einen Transistor- oder Relaisausgang in die Transformationseinheit 7 eingelesen und über den Schnittstellenbaustein 6 einkanalig auf die Busleitungen 4 in Form einer Zahlenfolge ausgegeben. Ebenso erfolgt des Einlesen von Zahlenfolgen in die Transformationseinheit 7 einkanalig.

Alternativ kann der Sensor 2 oder Aktor 2 eine zweikanalige Auswerteelektronik aufweisen. In diesem

Fall wird das Signal über zwei Transistor- oder Relaisausgänge zweikanalig in die Transformationseinheit 7 eingelesen. In der Transformationseinheit 7 erfolgt zweckmäßigerweise ein Signalvergleich. Sind die Signalwerte unterschiedlich erfolgt zweckmäßigerweise eine Störmeldung, die vom Sensor 2 oder Aktor 2 direkt ausgegeben werden kann oder über die Busleitung 4 an die Steuereinheit 3 weitergegeben und dort zentral ausgegeben werden kann.

Sind die Signalwerte identisch, so wird dieser Signalwert in der Transformationseinheit 7 in eine Zahlenfolge umgewandelt und dann über den Schnittstellenbaustein 6 einkanlig ausgegeben. Ebenso erfolgt das Einlesen von Zahlenfolgen in die Transformationseinheit 7 einkanlig.

Für den Einsatz im Bereich Personenschutz ist die Auswerteeinheit 5 ebenfalls zweikanlig ausgebildet. Der Datenaustausch zwischen der Transformationseinheit 8 und der Auswerteeinheit 5 erfolgt zweikanlig über die Schnittstellen 10, 10'. Die Transformationseinheit 8 kann ebenfalls zweikanlig ausgebildet sein.

Der Datenaustausch zwischen der Steuereinheit 3 und der zweiten Transformationseinheit 8 erfolgt ebenfalls über zwei Schnittstellen 9, 9'.

Wie in Fig. 2 dargestellt ist, werden die Zahlenfolgen von der Steuereinheit 3 in die zweite Transformationseinheit 8 zweikanlig eingelesen. Die zweikanlig eingelesenen Zahlenfolgen werden in die entsprechenden Signalwerte umgesetzt und zweikanlig über die Schnittstellen 10, 10' in die Auswerteeinheit 5 eingelesen, wo ein Signalvergleich erfolgt.

Wiederum erfolgt bei abweichenden Signalwerten eine Störmeldung.

In der zweiten Transformationseinheit 8 aus den Signalen generierten Zahlenfolgen werden einkanlig über die Schnittstelle 9 in die Steuereinheit 3 eingelesen. Von dort werden die Zahlenfolgen über die Schnittstelle 9' in die Transformationseinheit 8 zum Vergleich mit den ausgelesenen Werten rückgelesen. Weichen die Werte voneinander ab, erfolgt wiederum eine Störmeldung.

Von der Steuereinheit 3 werden die Zahlenfolgen einkanlig über den Schnittstellenbaustein 6 aus gelesen.

Zur Erhöhung der Fehlersicherheit können jeweils zwei Steuereinheiten 3 mit jeweils einer nachgeschalteten Transformationseinheit 8 und einer Auswerteeinheit 5 vorgesehen sein, wobei sich die beiden Systeme gegenseitig überwachen.

#### Patentansprüche

1. Anordnung von mehreren Sensoren (2) und/oder Aktoren (2) mit jeweils einem Schnittstellenbaustein (6) zum bidirektionalen Austausch von Signalen über Busleitungen (4) mit einer Steuereinheit (3), welche die angeschlossenen Sensoren (2) und/oder Aktoren (2) zyklisch abfragt, sowie mit einer an die Steuereinheit (3) angeschlossenen Auswerteeinheit (5) zur Auswertung der Signale, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Sensor (2) und/oder Aktor (2) eine dem Schnittstellenbaustein (6) vorgeschaltete erste Transformationseinheit (7) aufweist, daß zwischen die Steuereinheit (3) und die Auswerteeinheit (5) eine zweite Transformationseinheit (8) geschaltet ist, daß in jeder Transformationseinheit (7, 8) das auszusendende Signal in eine Zahlenfolge umgesetzt wird, wobei die Zahlen einer Zahlenfolge jeweils unterschiedlich ausgebildet

und in eindeutiger Weise dem Signal zugeordnet sind, daß die Zahlen der Zahlenfolge periodisch nacheinander über die Busleitungen (4) übertragen werden, wobei pro Zyklus jeweils eine Zahl übertragen wird, und daß jede in eine Transformationseinheit (7, 8) eingelesene Zahl einer Zahlenfolge in das dieser Zahlenfolge zugeordnete Signal umgesetzt wird.

2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Transformationseinheit (8) in Abhängigkeit des Adreßwerts eines Sensors (2) oder Aktors (2) von der Steuereinheit (3) aktivierbar ist.

3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere oder sämtliche Sensoren (2) und/oder Aktoren (2) jeweils eine erste Transformationseinheit (7) aufweisen.

4. Anordnung nach einem der Ansprüche 1—3, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Transformationseinheit (8) mit der Steuereinheit (3) über zwei bidirektionale Schnittstellen (9, 9') verbunden ist, wobei die Signale von der Steuereinheit (3) über die Schnittstellen (9, 9') zweikanlig in die Transformationseinheit (8) eingelesen werden, und daß die Signale von der Transformationseinheit (8) über eine erste Schnittstelle (9) in die Steuereinheit (3) aus gelesen werden und diese Signale über die zweite Schnittstelle (9') zum Signalvergleich in die Transformationseinheit (8) rückgelesen werden.

5. Anordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Transformationseinheit (8) über zwei bidirektionale Schnittstellen (10, 10') mit der zweikanlig ausgebildeten Auswerteeinheit (5) verbunden ist, wobei die Signale über die Schnittstellen (10, 10') zweikanlig übertragen werden.

6. Anordnung nach einem der Ansprüche 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die bidirektionalen Schnittstellen (9, 9', 10, 10') jeweils von einem Dual-Port-RAM gebildet sind.

7. Anordnung nach einem der Ansprüche 1—6, dadurch gekennzeichnet, daß die Signale des Sensors (2) oder Aktors (2) einkanlig in die erste Transformationseinheit (7) eingelesen werden.

8. Anordnung nach einem der Ansprüche 1—7, dadurch gekennzeichnet, daß die Transformationseinheiten (7, 8) jeweils von einem Mikroprozessor oder einem PLD (Programmable Logic Device) gebildet sind.

9. Anordnung nach einem der Ansprüche 1—8, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinheit (3) zum Anschluß an die Busleitung (4) einen Schnittstellenbaustein (6) aufweist, welcher mit den Schnittstellenbausteinen (6) der Sensoren (2) und/oder Aktoren (2) identisch ist.

10. Anordnung nach einem der Ansprüche 1—9, dadurch gekennzeichnet, daß die Zahlen einer Zahlenfolge über die Schnittstellenbausteine (6) jeweils in Form einer Bitfolge übertragen werden, wobei die Zahlen einer Zahlenfolge so gewählt sind, daß die einzelnen Bitmuster möglichst große Unterschiede aufweisen.

11. Anordnung nach einem der Ansprüche 1—10, dadurch gekennzeichnet, daß die Zahlenfolgen, welche die einzelnen Signale kodieren, jeweils dieselbe Länge aufweisen.

12. Anordnung nach einem der Ansprüche 1—11, dadurch gekennzeichnet, daß die Schnittstellenbausteine (6) eine Wortbreite von 4 bit aufweisen, so

daß Zahlen im Bereich von null bis fünfzehn über die Schnittstellenbausteine (6) übertragbar sind.

13. Anordnung nach einem der Ansprüche 1—12, dadurch gekennzeichnet, daß über die Schnittstellenbausteine (6) binäre Signale übertragen werden, wobei das Signal "low" durch die Zahlenfolge 0, 3, 6, 9, 13, 15 und das Signal "high" durch die Zahlenfolge 1, 4, 5, 8, 11, 14 kodiert ist.

14. Anordnung nach einem der Ansprüche 1—13, dadurch gekennzeichnet, daß an die Busleitungen (4) zwei identische Steuereinheiten (3) mit jeweils einer nachgeschalteten Transformationseinheit (8) und Auswerteeinheit (5) angeschlossen sind.

15. Anordnung nach einem der Ansprüche 1—14, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinheit (3) eine bidirektionale Schnittstelle (12) zum Anschluß einer Ein-/Ausgabeeinheit (11) aufweist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65



FIG. 1

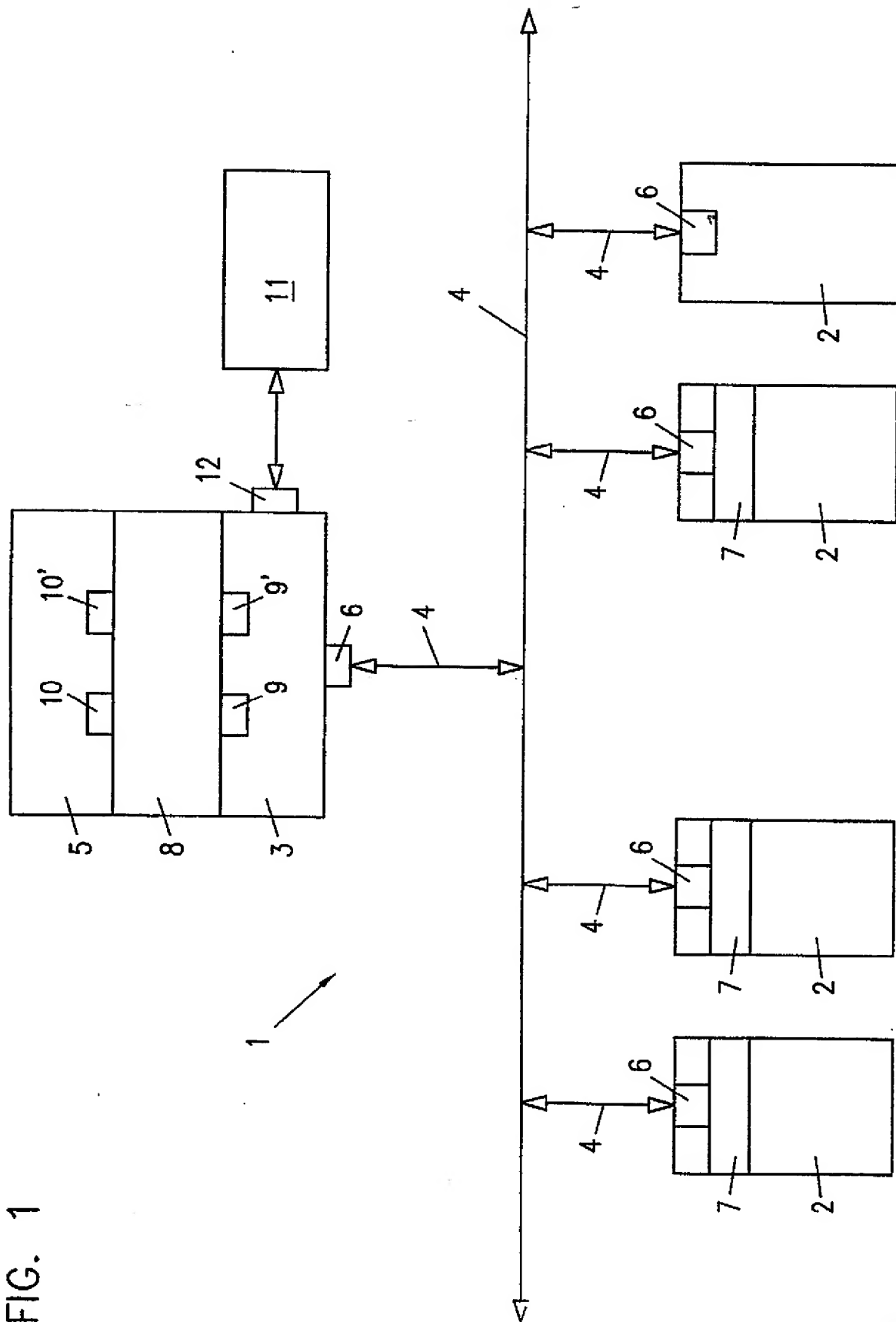


FIG. 2

